

## (19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(12) PUBLICATION OF  
JAPANESE UNEXAMINED PATENT APPLICATION (A)

5 (11) Patent Application Publication No. : JP H4-196588 A  
(43) Publication Date : July 16, 1992

|    | (51) Int. Cl. <sup>5</sup>   | Identification<br>Mark | Reference Number<br>at the Patent Office |   |
|----|--|------------------------|--|---|
| 10 | H 01 L   | 31/0232                |  |   |
|    |  | 27/14                  |  |   |
|    | // H 01 L  | 31/04                  |  |   |
|    |  |                        | 7210-4M H01 L 31/02                      | D |
|    |  |                        | 8322-4M 27/14                            |   |
| 15 |  |                        | 7522-4M// H 01 L 31/04                   | F |
|    | Request for Examination: Not Yet Number of Claims: 3 (Total 4 pages) |                        |  |   |

---

(54) Title of the Invention PHOTORECEPTOR

(21) Application No. : H2-328328

20 (22) Filing Date : November 28, 1990

(72) Inventor: Masayuki SAKAKIBARA  
c/o Hamamatsu Photonics KK  
1126-1 Ichino-cho Hamamatsu-shi, Shizuoka

(72) Inventor: Yoshihisa KOTOOKA  
25 c/o Hamamatsu Photonics KK  
1126-1 Ichino-cho Hamamatsu-shi, Shizuoka

(71) Applicant : Hamamatsu Photonics KK  
1126-1 Ichino-cho Hamamatsu-shi, Shizuoka

(74) Attorney Patent Attorney Yoshiki HASEGAWA (3 others)  
30

## Specification

1. Title of the Invention  
35 PHOTORECEPTOR

## 2. Claim

1. A photoreceptor in which a photoreception chip is sealed with a sealing member made of a light transmissive material, characterized in that: a surface of the sealing member on a photoreception face side  
5 of the photoreception chip is finished to have a smooth surface; and an antireflection film for light with a specific wavelength is formed on the smooth surface.

2. A photoreceptor in which a photoreception chip is sealed with a  
10 sealing member made of a light transmissive material, characterized in that: a transparent plate is bonded to a surface of the sealing member on a photoreception face side of the photoreception chip; and an antireflection film for light with a specific wavelength is formed on an outer surface of the transparent plate.

15 3. The photoreceptor according to claim 2, wherein the sealing member and the transparent plate have a substantially same refractive index.

## 20 3. Detailed Description of the Invention (Field of Industrial Application)

The present invention relates to a photoreceptor such as a photodiode.

## 25 (Prior Art)

In order to enhance the photoreception sensitivity of a photodiode, the light incident in a package should be made securely incident on a diode chip without reflecting and attenuating the light. Furthermore, in the case of the usage in combination with a laser diode or the like, the reflection at  
30 the photodiode causes return light to the laser diode, thus resulting in malfunction.

## (Problems to be Solved by the Invention)

As technology devised for antireflection in a photoreception device  
35 such as an image sensor or an imaging device, JP H1-262661 A and JP H2-5687 A, for example, are known. These technologies, however, are

aimed for the antireflection in broadband and are for solving the problems specific to an imaging device requiring the photoreception in broadband.

Thus, it is an object of the present invention to provide a photoreceptor that can receive light with a specific wavelength with  
5 significantly high sensitivity.

#### (Means to Solve the Problems)

According to the present invention, in a photoreceptor in which a photoreception chip is sealed with a sealing member made of a light  
10 transmissive material, a surface of the sealing member on a photoreception face side of the photoreception chip is finished to have a smooth surface, and an antireflection film for light with a specific wavelength is formed on the smooth surface.

Furthermore, according to the present invention, in a  
15 photoreceptor in which a photoreception chip is sealed with a sealing member made of a light transmissive material, a transparent plate is bonded to a surface of the sealing member on a photoreception face side of the photoreception chip and an antireflection film for light with a specific wavelength is formed on an outer surface of the transparent plate.

20

#### (Effect)

According to the present invention, a surface of a sealing member is finished to have a smooth face, or a transparent plate is boded to the surface, and therefore even when an antireflection film for a specific  
25 wavelength is formed thereon, a high reliability can be maintained. Furthermore, an optical refractive index is made substantially constant across a path from the antireflection film to the photoreception chip, whereby more excellent antireflection can be realized.

#### 30 (Embodiments)

The following describes embodiments of the present invention, with reference to the attached drawings.

Fig. 1 shows four types of photodiodes in cross section according to the embodiments. Fig. 1(a) shows a mold type, in which a photodiode chip  
35 2 mounted on a lead frame 1 is sealed with a sealing member 3 obtained by molding of an epoxy resin. Then, a transparent plate 5 made of glass,

acrylic resin or the like is bonded to a photoreception face side of the sealing member 3 by means of an adhesive 4, and an antireflection film 6 is formed on an upper face of the transparent plate 5.

Fig. 1(b) shows a type for enclosing in a ceramic package, in which a photodiode chip 2 is mounted in a cavity of a ceramic package 8 having lead terminals 7, and the cavity is filled with an epoxy resin or the like so as to form a sealing member 3. Then, a transparent plate 5 made of glass, acrylic resin or the like is bonded to an upper face of the sealing member 3 by means of an adhesive 4 made of an epoxy resin, a silicone resin or the like, and an antireflection film 6 is formed on an upper face of the transparent plate 5.

Fig. 1(c) shows a type of sealing on a board, in which a mount region is formed with a frame member 10 on a board 9 such as a PCB made of glass epoxy or a FPC made of polyimide or the like. Then, a photodiode chip 2 is mounted in the mount region, which is filled with an epoxy resin or the like so as to form a sealing member 3. Furthermore, a transparent plate 5 is hermetically bonded to an upper face of the sealing member 3 by means of an adhesive 4, and an antireflection film 6 is formed on an upper face of the transparent plate 5.

Fig. 1(d) shows a type of enclosing in a metal package, in which a photodiode chip 2 is mounted in a cavity of a metal package 11 having lead terminals 7. Then, the cavity is filled with a silicone resin or the like so as to form a sealing member 3, and a transparent plate 5 is bonded to an upper face of the sealing member 3 by means of an adhesive 4 made of a silicone resin or the like. An antireflection film 6 for light with a specific wavelength is formed on an upper face of the transparent plate 5 whereby a photoreceptor of this embodiment is configured.

In the above-stated photoreceptors of the embodiments, the sealing member 3 is made up of an epoxy resin and a silicone resin, for example, and these resins have the following optical refractive indexes:

Epoxy resin ...  $n = 1.53$

Silicone resin ...  $n = 1.4$  to  $1.55$

Then, as the transparent plate 5, a material matching with the transparent plate 5 in refractive index, facilitating the formation of the antireflection film 6 and having high reliability may be selected. As such materials, an acrylic resin is available, for example, whose refractive index  $n$  is 1.52.

Furthermore, borosilicate glass (refractive index  $n$  is 1.51 to 1.54) also can be used. Then, the above-described sealing member 3 and the transparent plate 5 are hermetically bonded by means of the adhesive 4 having a refractive index substantially equal to these.

5 As the antireflection film 6, a multilayered antireflection film may be used. Assuming the film thickness ( $nd$ ) is  $\lambda/4$ , for example, and in the case of a two-layered coating, the antireflection film 6 may be as follows:

A second layer ...  $\text{MgF}_2$  ( $n=1.38$ )

A first layer ...  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $n=1.63$ )

10 Transparent plate ... glass ( $n=1.52$ )

In the case of a four-layered coating, the film thickness may be determined according to the multivariable function disclosed in JP S63-165806 A, and the antireflection film 6 may be as follows:

A fourth layer ...  $\text{MgF}_2$  ( $n=1.38$ )

15 A third layer ...  $\text{TiO}_2$  ( $n=2.28$ )

A second layer ...  $\text{SiO}_2$  ( $n=1.46$ )

A first layer ...  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $n=1.63$ )

Transparent plate ... glass ( $n=1.52$ )

20 Furthermore, in order to secure the antireflection effect, it is preferable to form an antireflection film also on a surface of the photodiode chip 2. That is, when the photodiode chip 2 is made of silicon (Si), the photoreception face of the photodiode chip 2 may be coated with  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ( $n=2.0$ ) or  $\text{CeO}_2$  ( $n=2.3$ ).

25 The inventors of the present invention made a comparison between the photodiode having the configuration shown in Fig. 1(a) and a conventional photodiode (photodiode without the transparent plate 5 having the antireflection film 6). More specifically, as the photodiode of the present invention, the photodiode chip 2 was a Si photodiode, on a surface of which an antireflection film whose reflective index became the minimum at  
30 a wavelength of 780 nm was coated. As the sealing member 3, an epoxy resin with  $n=1.52$  was used, and as the transparent plate 5, a borosilicate glass plate was used, on one surface of which an antireflection film whose reflective index became the minimum at a wavelength of 780 nm was applied. The transparent plate 5 was bonded to the upper face of the  
35 sealing member 3 by means of the adhesive 4 made of an epoxy resin. As the conventional photodiode, a photodiode without the above-described

adhesive 4, the transparent plate 5 and the antireflection film 6 was used. As a result, the quantum efficiency at a wavelength of 780 nm was 94% in the conventional type, whereas was 98% in the type of the present invention. Fig. 2 shows the result.

5           In this way, as for the photodiode with a glass plate having an antireflection film and the photodiode without it, the following were found: the reflective index at the package surface of a product with the glass having the antireflection film is governed by the reflection at the surface of the antireflection film only, because the glass, the adhesive and the sealing  
10       resin have the common refractive index. Therefore, considering that the wavelength  $\lambda$  is limited to 780 nm, the state of the reflective index substantially close to 0% can be secured.

          On the other hand, in the case of the conventional photodiode, the refractive indexes of an epoxy resin and a silicone resin are about 1.45 to  
15       1.55, and a reflective index of a border portion between the resin and air will become 3.4% to 4.7%.

          In this way, according to the method of the present invention, considering that the loss of the incident light is reflective light only, the quantum efficiency can be made closer to 100%. Furthermore, when the  
20       photodiode is used for accepting the incident light of a laser diode, the effect for preventing the malfunction due to return light can be obtained. A technology for forming an antireflection film on a glass board has been already completed. Therefore, an antireflection film complying with various demands can be obtained while securing high reliability. Then,  
25       this can be simply bonded to the conventional resin sealing type photodiode. Furthermore, although it has been considered conventionally that the enhancement of the quantum efficiency of a resin sealing type photodiode is difficult, a product closer to 100% can be formed at a low cost by suppressing the reflection at a surface of the package.

30

#### (Effects of the Invention)

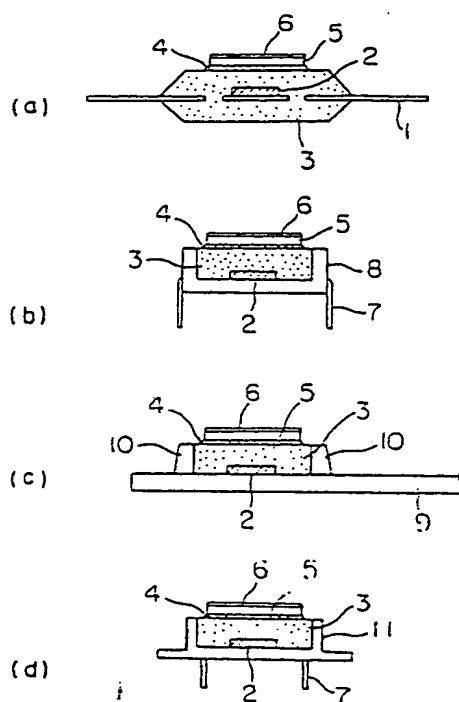
          As described above in detail, in a photoreceptor of the present invention, a surface of a sealing member is finished to have a smooth surface or a transparent plate is bonded thereto, and therefore even when  
35       an antireflection film for a specific wavelength is formed, high reliability can be maintained. Furthermore, a material is selected so that an optical

refractive index is made substantially constant across a path from the antireflection film to a photoreception chip, whereby more excellent antireflection can be realized. Thus, a photoreceptor that enables photoreception of light having a specific wavelength with significantly high sensitivity can be provided.

#### 4. Brief Description of Drawings

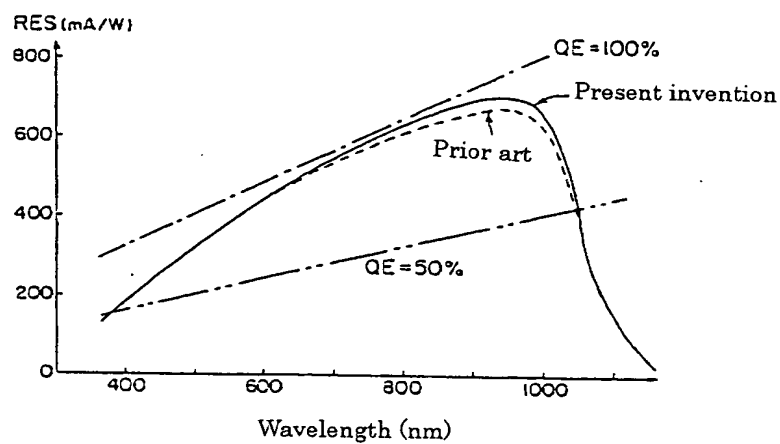
Fig. 1 is a cross-sectional view of a photodiode according to one embodiment of the present invention, and Fig. 2 is a graph for comparing the photodiode of the present invention with the conventional photodiode.

- 1 lead frame
- 2 photodiode chip
- 3 sealing member
- 4 adhesive
- 5 transparent plate
- 6 antireflection film
- 7 lead terminal
- 8 ceramic package
- 9 board
- 10 frame member
- 11 metal package



Configurations of Embodiments

Fig. 1



Effects of the Invention

Fig. 2



## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-196588

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)7月16日

H 01 L 31/0232

27/14

// H 01 L 31/04

7210-4M H 01 L 31/02

D

8233-4M 27/14

7522-4M // H 01 L 31/04

F

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全4頁)

⑭ 発明の名称 受光素子

⑮ 特 願 平2-328328

⑯ 出 願 平2(1990)11月28日

⑰ 発 明 者 榊 原 正 之 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会  
社内⑰ 発 明 者 琴 岡 義 久 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会  
社内⑰ 出 願 人 浜松ホトニクス株式会 静岡県浜松市市野町1126番地の1  
社

⑰ 代 理 人 弁理士 長谷川 芳樹 外3名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

受光素子

## 2. 特許請求の範囲

1. 受光素子チップを透過性材料からなる封止部材で封止した受光素子において、

前記受光素子チップの受光面側の前記封止部材の表面は平滑面に仕上られ、かつ当該平滑面には特定波長の光に対する反射防止膜が形成されていることを特徴とする受光素子。

2. 受光素子チップを透過性材料からなる封止部材で封止した受光素子において、

前記受光素子チップの受光面側の前記封止部材の表面には透明板が接着され、当該透明板の外面には特定波長の光に対する反射防止膜が形成されていることを特徴とする受光素子。

3. 前記封止部材と前記透明板の屈折率が略同等である請求項2記載の受光素子。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はホトダイオードなどの受光素子に関する。

〔従来の技術〕

ホトダイオードの受光感度を向上させるためには、パッケージに入射された光を反射、減衰等させることなく、確実にダイオードチップに入射させることが必要である。また、レーザダイオードなどと組み合わせて用いる場合には、ホトダイオードでの反射があるとレーザダイオードへの戻り光となり、誤動作を招いてしまう。

〔発明が解決しようとする課題〕

イメージセンサなどの受光あるいは撮像デバイスにおいて、反射防止のための工夫を施した技術として、例えば特開平1-262661号および特開平2-5687号が知られている。ところが、これらはいずれも広帯域の反射防止を狙ったものであり、また広帯域の受光を必要とする撮像デバイス特有の問題を解決するための技術である。

そこで本発明は、特定の波長の光を、極めて高感度に受光することが可能な受光素子を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、受光素子チップを透過性材料からなる封止部材で封止した受光素子において、上記受光素子チップの受光面側の封止部材の表面は平滑面に仕上られ、かつ平滑面には特定波長の光に対する反射防止膜が形成されていることを特徴とする。

また、本発明は、受光素子チップを透過性材料からなる封止部材で封止した受光素子において、上記受光素子チップの受光面側の前記封止部材の表面には透明板が接着され、当該透明板の外表面には特定波長の光に対する反射防止膜が形成されていることを特徴とする。

〔作用〕

本発明によれば、封止部材の表面は平滑面に仕上げられ、あるいは透明板が接着されているので、ここに特定波長の反射防止膜を形成しても、高い

などが充填されて封止部材3が形成されている。そして、封止部材3の上面にはエポキシ樹脂やシリコン樹脂などの接着剤4によりガラス、アクリル樹脂などの透明板5が接着され、透明板5の上面には反射防止膜6が形成されている。

同図(c)はボード上で封止したタイプを示し、ガラスエポキシなどのPCB、あるいはポリイミド等のFPCからなるボード9には、枠体10によりマウント領域が形成されている。そして、ここにホットダイオードチップ2がマウントされ、エポキシ樹脂などが充填されて封止部材3が形成されている。さらに、封止部材3の上面には接着剤4によって透明板5が気密に接着され、透明板5の上面には反射防止膜6が形成されている。

同図(d)はメタルパッケージに封止したタイプを示し、リード端子7を有するメタルパッケージ11のキャビティには、ホットダイオードチップ2がマウントされている。そして、シリコン樹脂などが充填されて封止部材3が形成され、この上面にシリコン樹脂などの接着剤4によって透

信性を維持し得る。また、反射防止膜から受光素子チップに至る経路で、光学的屈折率がほとんど変わらないようにしておくことで、より優れた反射防止をなし得る。

〔実施例〕

以下、添付図面を参照して本発明の実施例を説明する。

第1図は実施例に係る4種類のホットダイオードの断面構造を示している。同図(a)はモールドタイプを示し、リードフレーム1にマウントされたホットダイオードチップ2が、エポキシ樹脂をモールド成形した封止部材3により封止されている。そして、封止部材3の受光面側には、接着剤4によってガラス、アクリル樹脂などの透明板5が接着され、透明板5の上面には反射防止膜6が形成されている。

同図(b)はセラミックスパッケージに封止したタイプを示し、リード端子7を有するセラミックスパッケージ8のキャビティにはホットダイオードチップ2がマウントされ、ここにエポキシ樹脂

透明板5が接着されている。この透明板5の上面には、特定波長の光に対する反射防止膜6が形成され、実施例の受光素子が構成されている。

上記実施例の受光素子において、封止部材3は例えばエポキシ樹脂やシリコン樹脂で構成されるが、これらの光学的な屈折率は、

エポキシ樹脂 …  $n = 1.53$

シリコン樹脂 …  $n = 1.4 \sim 1.55$

である。そこで、まず透明板5としては、これと屈折率が整合し、しかも反射防止膜6の形成が可能で信頼性の高いものを選ぶ。このようなものとしては、例えばアクリル樹脂があり、屈折率は  $n = 1.52$  である。また、珪酸ガラス（屈折率は  $n = 1.51 \sim 1.54$ ）などを用いることもできる。そして、上記の封止部材3と透明板5は、略同等の屈折率を有する接着剤4で気密に接着する。

反射防止膜6としては、多層反射防止膜を用いる。膜厚( $nd$ )は例えば  $\lambda/4$  とし、2層コートの場合には、

第2層…  $MgF_2$  ( $n=1.38$ )  
 第1層…  $Al_2O_3$  ( $n=1.63$ )  
 透明板… ガラス ( $n=1.52$ )  
 とし、4層コートの場合には、膜厚は特開昭63-165806号に開示の多変数関数にもとづいて定め、

第4層…  $MgF_2$  ( $n=1.38$ )  
 第3層…  $TiO_2$  ( $n=2.28$ )  
 第2層…  $SiO_2$  ( $n=1.46$ )  
 第1層…  $Al_2O_3$  ( $n=1.63$ )  
 透明板… ガラス ( $n=1.52$ )  
 とすればよい。

さらに、反射防止効果を確実なものとするためには、ホットダイオードチップ2の表面にも反射防止膜を形成することが望ましい。すなわち、ホットダイオードチップ2がシリコン(Si)からなるときは、 $Si_3N_4$  ( $n=2.0$ )や $CeO_2$  ( $n=2.3$ )でホットダイオードチップ2の受光面をコーティングすればよい。

本発明者は、第1図(a)に示す構造のホットダ

封止樹脂の間で共に同一であるため、反射防止膜表面の反射のみに支配される。このため、 $\lambda=780nm$ に限定して考えれば、反射率がほぼ0%に近い状態を確保できる。

一方、従来のホットダイオードの場合には、エポキシ樹脂、シリコン樹脂の屈折率は、1.45~1.55程度あり、これと空気との境界部での反射率は3.4%~4.7%となる。

このように、本発明の方法を用いれば、入射光の損失を反射光のみと考えた場合には、量子効率を100%に近い状態にする事が可能である。また、レーザダイオードの入射光を受けるようにホットダイオードが用いられる際の、戻り光による誤動作を防止する効果もある。ガラス基板に反射防止膜を形成する技術は、すでに完成された技術である。このため、あらゆる要求に適合した反射防止膜が、高い信頼性を確保した状態で入手する事が可能である。そして、これを従来の樹脂封止のホットダイオードに接着する事で簡単に作成できる。また、従来量子効率を高める事が難しいとされて

イオードと、従来タイプのホットダイオード(反射防止膜6付きの透明板5を設けないホットダイオード)を対比した。すなわち、本発明のホットダイオードとして、ホットダイオードチップ2はSiホットダイオードとし、表面には波長780nmで反射率が極小となる反射防止膜をコーティングした。封止部材3には $n=1.52$ のエポキシ樹脂を用い、透明板5には片面に波長780nmで反射率が極小となる反射防止膜を付けた硼硅酸ガラス板を用い、エポキシ樹脂系の接着剤4で封止部材3の上面に接着した。従来タイプのホットダイオードとしては、上記の接着剤4、透明板5および反射防止膜6を有しないものを用いた。その結果、波長780nmでの量子効率は、従来タイプでは94%であったのに対し、本発明のタイプでは98%となった。その結果を第2図に示す。

このように、反射防止膜付きガラス板を付けたホットダイオードと、付けないホットダイオードとのパッケージ表面の反射率は、反射防止膜付きガラスを付けた製品では、屈折率がガラス、接着剤、

いた樹脂封止ホットダイオードに於て、パッケージ表面での反射を抑えることで、100%に近い物を低価格で作成する事が可能となった。

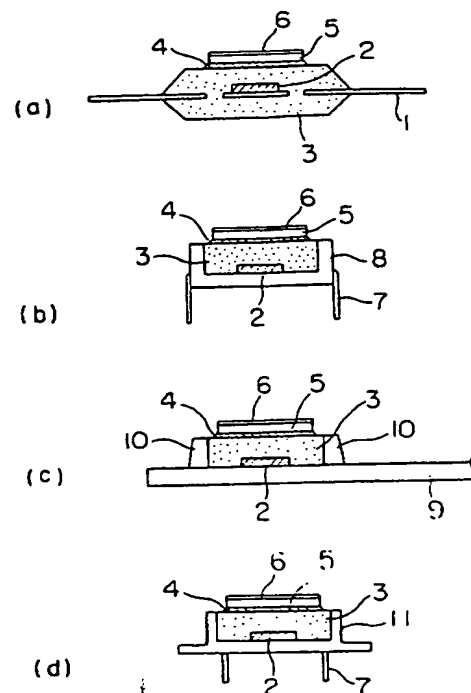
〔発明の効果〕

以上、詳細に説明した通り、本発明の受光素子では、封止部材の表面は平滑面に仕上げられ、あるいは透明板が接着されているので、ここに特定波長の反射防止膜を形成しても、高い信頼性を維持し得る。また、反射防止膜から受光素子チップに至る経路で、光学的屈折率が変らないように材料を選択しておくことで、より優れた反射防止をなし得る。このため、特定の波長の光を、極めて高感度に受光することが可能な受光素子を提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

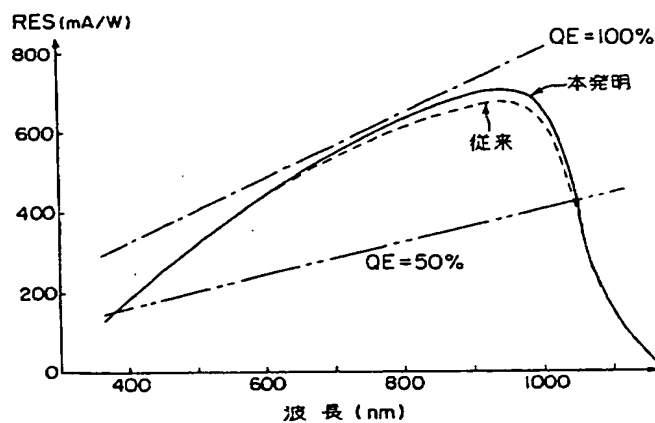
第1図は本発明の実施例に係るホットダイオードの断面図、第2図は本発明によるホットダイオードと従来タイプのホットダイオードを比較するグラフである。

1 … リードフレーム、2 … ホトダイオードチップ、3 … 封止部材、4 … 接着剤、5 … 透明板、  
6 … 反射防止膜、7 … リード端子、8 … セラミック  
スパッケージ、9 … ボード、10 … 枠体、  
11 … メタルパッケージ。



代理人 弁 理 士      長 谷 川   芳   樹

実施例の構成  
第1図



発明の効果  
第2図